

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА, ДОПИРОВАННЫХ ВАНАДИЕМ

Стрижевская Н.О.

Руководитель – доц., канд. тех. наук Аникина В.И.,
Институт Цветных Металлов и Материаловедения Сибирского Федерального
Университета, г.Красноярск
VIAnikina@mail.ru

В данной работе исследованы электропроводящие свойства керамических материалов на основе оксида цинка, допированных ванадием.

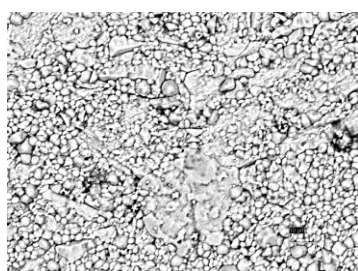
В последние десятилетия во всем мире в электроконтактных элементах низковольтной аппаратуры используется многофункциональный полупроводниковый материал на основе оксида цинка.

Исследование проводили на полученных образцах, составы которых представлены в таблице 1.

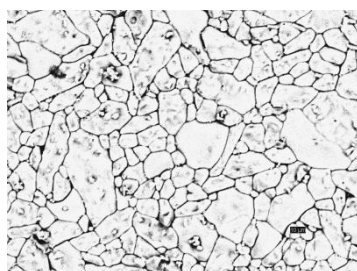
Таблица 1 – Составы керамических материалов на основе $(100-x)\text{ZnO}-x\text{V}_2\text{O}_5, 0,1 \text{ Cu}_2\text{O}$

| Состав | Содержание, мол. % | | |
|--------|--------------------|-----------------------|------------------------|
| | ZnO | Cu_2O | V_2O_5 |
| 1 | 99,99 | 0,1 | - |
| 2 | 99,89 | 0,1 | 0,01 |
| 3 | 99,85 | 0,1 | 0,05 |

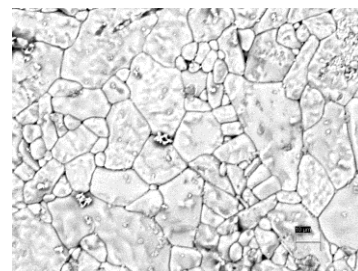
На рисунке 1 приведены микрофотографии образцов полученной керамики различных составов.



а – без V_2O_5
сред.размер зерен 6 мкм



б - V_2O_5 0,01 мол. %
сред. размер зерен 18 мкм
а, б, в - $\times 2000$



в – V_2O_5 0,05 мол. %
сред. размер зерен 24 мкм

Рисунок 1 – Микроструктура керамики

Из рисунка 1 следует, что структура керамики без добавки V_2O_5 высокодисперсна, средний размер зерен составляет 6 мкм. С добавлением V_2O_5 структура приобретает однородный характер, зерна становятся правильной формы, средний размер их растет и достигает 24 мкм в образце с содержанием V_2O_5 0,05 мол. %, что впоследствии должно положительно

сказаться на результатах электропроводимости, т.к. суммарное количество границ зерен уменьшается, снижая концентрации дефектов на пути прохождения тока, тем самым уменьшая сопротивление образцов.

На рисунке 2 представлены микрофотографии изломов керамики разного состава. Изломы были получены приложением ударной нагрузки. Фрактограммы имеют хрупкий фарфоровидный тип, типичный для керамических материалов.

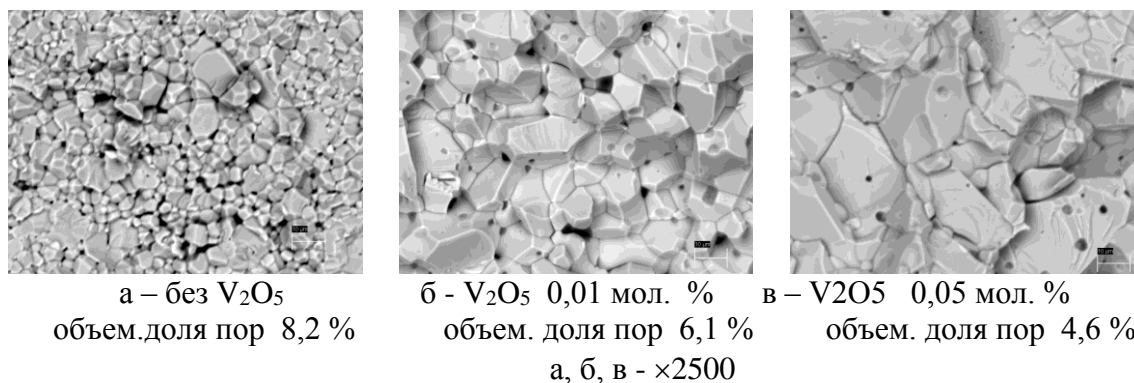


Рисунок 2 –Фрактограммы исследованных образцов

Из рисунка 2 следует, что разрушение шло по границам зерен. С увеличением содержания V_2O_5 наблюдали рост размера зерна. Сами зерна приобрели правильную форму в виде шестигранников. При этом объемная доля пор (черные изображения по телу зерен) уменьшается, следовательно, можно сделать вывод, что введение V_2O_5 обеспечивает более лучшее спекание керамики, что в свою очередь приводит к повышению электрических свойств материала.

Заключительным этапом проведения исследований было измерение удельной электрической проводимости в диапазоне температур 50-500°C.

Температурные зависимости электрической проводимости всех образцов керамики от содержания V_2O_5 при нагреве представлены на рисунке 3.

Изменение удельной электрической проводимости можно разделить на две области: низкотемпературную и высокотемпературную. В диапазоне температур 50-300°C удельная электропроводность для образца без V_2O_5 изменяется от $0,95 \cdot 10^{-5}$ до $0,44 \cdot 10^{-2}$ См/см; для образца с содержанием V_2O_5 0,01 мол. % –от $3,93 \cdot 10^{-5}$ до $1,26 \cdot 10^{-2}$ См/см; для образца с содержанием V_2O_5 0,05 мол. % –от $6,31 \cdot 10^{-5}$ до $1,71 \cdot 10^{-2}$ См/см. В диапазоне температур 300-500°C удельная электрическая проводимость повышается для образца без V_2O_5 от $0,44 \cdot 10^{-2}$ См/см до $46,52 \cdot 10^{-2}$ См/см; для образца с содержанием V_2O_5 0,01 мол. % – от $1,26 \cdot 10^{-2}$ до

$52,51 \cdot 10^{-2}$ См/см; для образца с содержанием V_2O_5 0,05 мол. % –от $1,71 \cdot 10^{-2}$ до $66,29 \cdot 10^{-2}$ См/см.

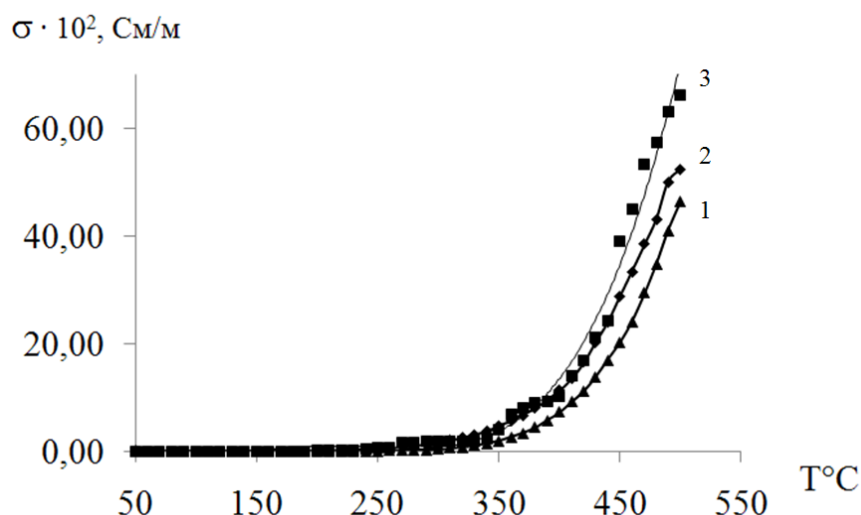


Рисунок 3 – Изменение удельной электропроводности при изменении температуры для образцов керамики с различным содержанием V_2O_5 , мол. %

Исследование микроструктуры образцов керамики показало, что при повышении содержания V_2O_5 средний размер зёрен увеличивается от 6 до 24 мкм. Установлено, что при увеличении содержания V_2O_5 в керамических образцах удельная электрическая проводимость повышается. Наибольшее значение среди исследованных составов она достигает при содержании V_2O_5 0,05 мол. %. В интервале температур $50 \div 300^\circ\text{C}$ электропроводность данного образца изменяется от $6,31 \cdot 10^{-5}$ до $1,71 \cdot 10^{-2}$ См/см, в диапазоне температур $300-500^\circ\text{C}$ – от $1,71 \cdot 10^{-2}$ до $66,29 \cdot 10^{-2}$ См/см.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Kasap S. The springer handbook of electronic and photonic materials/S. Kasap, P. Capper. – Berlin: Springer, 2007. – С. 1406.
2. Всесторонний обзор материалов и устройств на основе ZnO / Ya. I. Alivov, C. Liu, A. Teke, M. A. Reshchikov et al. 2007. – С. 124-186.
3. Deposition and electrical properties of N-In co doped p-type ZnO films by ultrasonic spray pyrolysis / J. M. Bian, X. M. Li, X. D. Gao [et al.] // Appl. Phys. Lett, 2004. – V.84, №4. – С. 541-543.
4. Young D.L. Structural characterization of zincstannate thin films / D.L. Young, Williamson, T.J. Coutts // J Appl. Phys. – 2002. – V.3, №1 - С. 1464-1471.